

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年4月20日(20.04.2023)



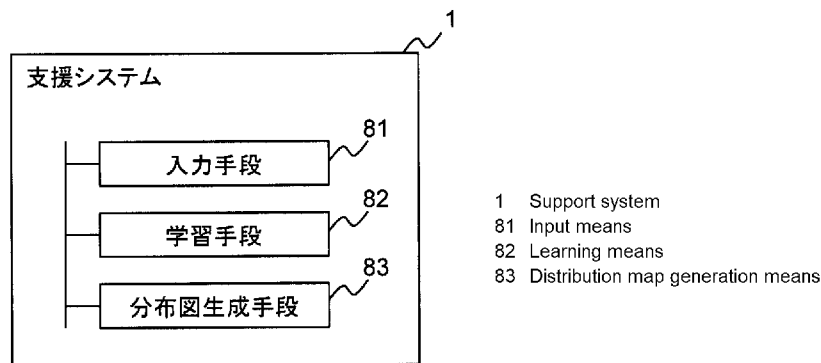
(10) 国際公開番号

WO 2023/062665 A1

- (51) 国際特許分類:
G06N 20/00 (2019.01) 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/037509 (74) 代理人:岩壁 冬樹, 外(IWAKABE Fuyuki et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目14番4号 京橋TSビル8階 サンライズ国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2021年10月11日(11.10.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:大井 憲人(OI Norihito); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 江藤 力(ETO Riki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 千葉 雄樹(CHIBA Yuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 千葉 雄樹(CHIBA Yuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: SUPPORT SYSTEM, SUPPORT METHOD, AND SUPPORT PROGRAM

(54) 発明の名称: 支援システム、支援方法および支援プログラム



(57) Abstract: An input means 81 receives input of observation data observed in association with operation of a device, and input of a cost function in which the factors of the behavior intended by the operator of the device are explanatory variables. A learning means 82 generates the cost function through inverse reinforcement learning using the observation data. A distribution map generation means 83 extracts the weights of the explanatory variables of the generated cost function as feature quantities representing the intention of the operator, and generates a distribution map in which information relating to the cost function is positioned at corresponding positions according to the extracted feature quantities in a multidimensional space having dimensional axes representing the explanatory variables.

(57) 要約: 入力手段81は、機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、その機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける。学習手段82は、観測データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成する。分布図生成手段83は、生成されたコスト関数の説明変数の重みを操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出されたその特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する。

WO 2023/062665 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：支援システム、支援方法および支援プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、機器を操作するユーザの意図の把握を支援する支援システム、支援方法および支援プログラムを記憶する記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] ユーザの意図する動作を機器に自動で実行させるには、現実的に想定されるテストを行い、自動で実行される機器の品質を担保することが求められる。例えば、自動運転を実際の社会で実現するためには、ユーザの意図に則したパターンのテストを行うことで自動運転の品質を担保する必要がある。

[0003] 特許文献1には、対象者の意図を表わす特徴量を抽出する意図特徴量抽出装置が記載されている。特許文献1に記載された装置は、対象者の運転履歴に基づいて学習された説明変数の重みを、対象者の運転の意図を示す特徴量として抽出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2021/130916号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 想定される全てのテストを行おうとすると、自動化を実現するために考慮すべきパラメータは多く、パラメータ設定の組み合わせも膨大になってしまうため、人手でテストシナリオを作成するには多くの時間が必要になってしまう。そのため、より効率的にテストシナリオを作成するには、機器を操作するユーザの意図を的確に把握できることが好ましい。

[0006] そこで、本発明は、機器の観測データから推定されるユーザの意図の把握を支援できる支援システム、支援方法および支援プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明による支援システムは、機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、その機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力手段と、観測データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成する学習手段と、生成されたコスト関数の説明変数の重みを操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出されたその特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成手段とを備えたことを特徴とする。
- [0008] 本発明による支援方法は、機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、その機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付け、観測データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成し、生成されたコスト関数の説明変数の重みを操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出されたその特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成することを特徴とする。
- [0009] 本発明による支援プログラムは、コンピュータに、機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、その機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力処理、観測データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成する学習処理、および、生成されたコスト関数の説明変数の重みを操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出されたその特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成処理を実行させることを特徴とする。

発明の効果

- [0010] 本発明によれば、機器の観測データから推定されるユーザの意図の把握を支援できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明による支援システムの第一の実施形態の構成例を示すブロック図である。

[図2]観測データの例を示す説明図である。

[図3]学習処理の例を示す説明図である。

[図4]分布図の例を示す説明図である。

[図5]各コスト関数をクラスタリングした例を示す説明図である。

[図6]第一の実施形態の支援システムの動作例を示すフローチャートである。

[図7]本発明による支援システムの第二の実施形態の構成例を示すブロック図である。

[図8]特徴量を変更する処理の例を示す説明図である。

[図9]第二の実施形態の支援システムの動作例を示すフローチャートである。

[図10]本発明による支援システムの概要を示すブロック図である。

[図11]少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

[0013] 実施形態1.

図1は、本発明による支援システムの第一の実施形態の構成例を示すブロック図である。本実施形態の支援システム100は、記憶部10と、入力部20と、学習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、シナリオ生成部70と、出力部80とを備えている。

[0014] 記憶部10は、本実施形態の支援システム100が処理に用いる各種情報を記憶する。記憶部10は、例えば、後述する学習部30が学習に用いるデータや、学習の結果生成されたコスト関数を記憶してもよい。他にも、記憶部10は、シナリオ生成部70によって生成されたシナリオを記憶してもよい。記憶部10は、例えば、磁気ディスク等により実現される。

[0015] 入力部20は、後述する学習部30が学習に用いる情報の入力を受け付ける。具体的には、入力部20は、機器の操作に付随して観測されるデータ（

以下、観測データと記す。)の入力を受け付ける。ここで、観測データは、機器を操作した結果として観測されるデータだけでなく、機器を操作している状況を示すデータや、機器を操作する原因になった状況や事象を示すデータ、操作する機器に設定されている情報を示すデータなどが含まれる。例えば、機器が車両である場合、観測データは、車両の運転に付随して観測される運転データである。

[0016] なお、運転データを得る方法や、運転データの内容は任意である。運転データとして、例えば、GPS (Global Positioning System) により取得された各種データが用いられてもよい。また、車両の運転時に画像が撮影されている場合 (正面の画像や、背面の画像など)、その画像から抽出可能な各種情報が運転データとして用いられてもよい。

[0017] 図2は、観測データの例を示す説明図である。図2では、観測データの具体例として、運転データを例示する。例えば、GPSから得られる自車の項目として、位置情報 (緯度、経度、高度) や、速度 (前後方向、横方向)、向き、走行レーン (エゴレーン) などが挙げられる。また、画像等の物体認識で得られる他車の項目として、物体の種類 (車、バス、トラック、バイクなど)、自車との相対距離や相対速度、障害物などが挙げられる。また、物体認識の代わりに、または、物体認識と合わせて、白線検出の技術が用いられてもよい。

[0018] このように、自車の項目だけでなく、他車との関係を示す項目を用いることで、他車を意識したユーザの意図を、より適切に学習することが可能になる。

[0019] なお、本実施形態では、入力部20が観測データの入力を受け付ける場合を例示するが、後述する学習部30が、入力される各種情報から観測データを生成してもよい。

[0020] また、入力部20は、機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける。この説明変数は、観測データから導出可能なものであり、運転データの場合、例えば、図2に例示する各項目に対応

する。この説明変数は、技術者等により予め選択され、この説明変数を用いたコスト関数も予め定められる。コスト関数の例として、例えば、各説明変数の線形回帰式で表された関数などが挙げられる。また、入力部20は、コスト関数とともにそのコスト関数の制約条件の入力を受け付けてもよい。

[0021] 学習部30は、観測データに基づいてコスト関数を学習する。より具体的には、学習部30は、観測データを用いた逆強化学習により、操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数を学習する。なお、学習部30が逆強化学習を行う方法は任意である。学習部30は、例えば、特許文献1に記載された逆強化学習の方法を用いてコスト関数を生成してもよい。例えば、機器が車両の場合、学習部30は、上述するような運転データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成する。

[0022] 学習部30は、個々の観測データに基づいてコスト関数を学習してもよいし、同様の属性または状況ごとに分類された観測データ群を用いた逆強化学習により、コスト関数を生成してもよい。なお、学習部30は、属性または状況が明示された観測データを1つのみ用いてコスト関数を生成してもよい。

[0023] 例えば、運転データの場合、学習部30は、周囲の運転状況（例えば、カットイン、カットアウトなど）に応じて分類された運転データ群ごとにコスト関数を学習してもよい。分類された観測データ、または、属性若しくは状況が明示された観測データを用いることで、そのコスト関数が表わす操作者の意図を容易に把握することが可能になる。

[0024] 図3は、学習処理の例を示す説明図である。図3に示す例では、現実の走行から取得された運転データ101から、3つの観測データ群（運転データA、運転データB、運転データC）が生成され、観測データ群ごとにコスト関数102、コスト関数103およびコスト関数104が生成されたことを示す。なお、図3に示す例において、各コスト関数は、燃費、車間距離、視野、道路形状、および、加速度を説明変数として含み、二重枠で囲まれた説明変数の重みが最も大きいものとする。

- [0025] 図3に例示するように、運転データごとに運転手の意図は変化する。例えば、運転データAに基づいて生成されたコスト関数102は、運転手の意図として、燃費を重視していることを示し、コスト関数103およびコスト関数104は、視野を重視していることを示す。これにより、各コスト関数が表わす運転手の意図を把握することが可能になる。
- [0026] 分布図生成部40は、生成されたコスト関数に関する情報を多次元空間上に配置した分布図を生成する。具体的には、分布図生成部40は、生成されたコスト関数の説明変数の重みを、操作者の意図を表わす特徴量として抽出する。そして、分布図生成部40は、抽出された特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において特徴量に対応する位置に、コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する。
- [0027] コスト関数に関する情報は、そのコスト関数の内容を把握できる情報であれば任意である。分布図生成部40は、コスト関数そのものを配置した分布図を生成してもよい。また、例えば、コスト関数が属性や状況ごとに分類されたデータを用いて生成されている場合、分布図生成部40は、コスト関数に関する情報として、属性や状況を示す情報を配置した分布図を作成してもよい。
- [0028] なお、コスト関数に関する情報は、上述する内容に限定されず、例えば、コスト関数を識別する識別番号や、図3に例示する図示化されたコスト関数、コスト関数の識別番号などを配置した分布図を作成してもよい。
- [0029] 図4は、分布図の例を示す説明図である。図4に例示する分布図は、コスト関数に関する情報として、図3に例示する図示化したコスト関数を配置した分布図である。具体的には、図4に示す例では、カットアウトの状況における運転手の意図を示すコスト関数がまとまって配置され、カットインの状況における運転手の意図を示すコスト関数が一部を除いてまとまって配置され、急停止の状況における運転手の意図を示すコスト関数が分散して配置されていることを示す。
- [0030] なお、図4に例示する分布図は、コスト関数に関する情報の外枠を、各状

況を識別可能な態様で表わしている。他にも、各状況の内容を示すラベル情報などがコスト関数に近接して配置されてもよい。

[0031] クラスタリング部50は、配置されたコスト関数に関する情報を用いて、各コスト関数をクラスタリングする。具体的には、クラスタリング部50は、配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、各コスト関数をクラスタリングする。クラスタリング部50がコスト関数をグループ化する方法は特に限定されず、任意のクラスタリング手法（非階層クラスタリング、例えば、*k-means*など）が用いられればよい。

[0032] クラスタリング部50は、クラスタリングの結果を分布図に反映してもよい。クラスタリング部50は、例えば、クラスタ化されたコスト関数に関する情報の外周を囲んだり、多次元空間の領域を区切る直線や平面を分布図に反映したりすることで、クラスタ化されたコスト関数群を特定できるようにしてもよい。

[0033] なお、分布図生成部40が、各コスト関数を生成する元になった観測データが取得された状況をラベリングすることで、クラスタリング部50によって反映された境界面が意図する内容を、ユーザが把握しやすくなる。

[0034] 図5は、図4に例示した分布図において各コスト関数をクラスタリングした例を示す説明図である。具体的には、図5は、クラスタ化された各コスト関数を直線で区切って表わした分布図の例を示す。図5に示す例では、例えば、カットアウトの状況における運転手の意図を示すコスト関数105が、同様の状況における運転手の意図を示すコスト関数とは、異なる特徴を示していることを示す。

[0035] 特定部60は、クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する。具体的には、特定部60は、クラスタリングの結果から、各状況に対して、典型的なコスト関数や、レアなコスト関数を特定する。

[0036] 特定部60は、例えば、各クラスタの中心を典型的なコスト関数と特定してもよい。具体的には、例えば、クラスタが同様の状況を示すコスト関数を

所定の割合以上含んでいる場合、特定部60は、そのクラスタの中心に対応するコスト関数を、その状況においてユーザの典型的な意図を示すコスト関数と特定してもよい。一方で、クラスタに含まれるコスト関数のうち、ある状況を示すコスト関数の割合が所定の割合未満の場合、特定部60は、そのコスト関数を、その状況においてユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。

[0037] 他にも、特定部60は、分類された数が所定の閾値より少ないクラスタに含まれるコスト関数や、人手で作ったシナリオ (Functional Scenario) に基づいて生成されたコスト関数のうち、どのクラスタにも属さないコスト関数を、ユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。さらに、特定部60は、図5に例示するような境界面に近いコスト関数を、ユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。すなわち、特定部60は、クラスタ境界との距離が予め定めた距離以内に配置されたコスト関数を、ユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。

[0038] さらに、属性または状況ごとに分類された観測データ群を用いた逆強化学習によりコスト関数が生成されているとする。この場合、特定部60は、同じ属性または状況ごとに分類された観測データ群から作成されたコスト関数のうち、最大割合のクラスタに含まれていないコスト関数を、ユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。また、このとき、特定部60は、分類されたクラスタに含まれる数が予め定めた数以下のクラスタに含まれるコスト関数を、ユーザのレアな意図を示すコスト関数と特定してもよい。

[0039] なお、特定部60が特定するコスト関数は、レアなコスト関数および典型的なコスト関数に限定されない。特定部60は、例えば、予め定めた条件に合致するコスト関数を特定するようにしてもよい。

[0040] シナリオ生成部70は、特定されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する。なお、ここでの機器のシナリオとは、例えば、特定されたコスト関数を用いて推定される機器の動作を意味し、ユーザの操作に応じて動作する機器の動作の時系列データである。シナリオ生成部70は、例えば、特定

されたコスト関数をシミュレータに適用して、機器のシナリオを生成してもよい。

[0041] このように、特定されたコスト関数を用いてシナリオが作成されることから、本実施形態の支援システムを、シナリオ作成支援システムといえることができる。

[0042] 出力部80は、分布図生成部40により生成された分布図や、シナリオ生成部70により生成されたシナリオを出力する。出力部80は、例えば、分布図を表示装置（図示せず）に表示してもよいし、生成されたシナリオを記憶部10に記憶させてもよい。

[0043] 入力部20と、学習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、シナリオ生成部70と、出力部80とは、プログラム（支援プログラム）に従って動作するコンピュータのプロセッサ（例えば、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit））によって実現される。

[0044] 例えば、プログラムは、記憶部10に記憶され、プロセッサは、そのプログラムを読み込み、プログラムに従って、入力部20、学習部30、分布図生成部40、クラスタリング部50、特定部60、シナリオ生成部70、および、出力部80として動作してもよい。また、入力部20、学習部30、分布図生成部40、クラスタリング部50、特定部60、シナリオ生成部70、および、出力部80の各機能がSaaS（Software as a Service）形式で提供されてもよい。

[0045] また、入力部20と、学習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、シナリオ生成部70と、出力部80とは、それぞれが専用のハードウェアで実現されていてもよい。また、各装置の各構成要素の一部又は全部は、汎用または専用の回路（circuitry）、プロセッサ等やこれらの組合せによって実現されてもよい。これらは、単一のチップによって構成されてもよいし、バスを介して接続される複数のチップによって構成されてもよい。各装置の各構成要素の一部又は全部は、上述した回路等

とプログラムとの組合せによって実現されてもよい。

[0046] また、入力部20と、学習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、シナリオ生成部70と、出力部80との各構成要素の一部又は全部が複数の情報処理装置や回路等により実現される場合には、複数の情報処理装置や回路等は、集中配置されてもよいし、分散配置されてもよい。例えば、情報処理装置や回路等は、クライアントサーバシステム、クラウドコンピューティングシステム等、各々が通信ネットワークを介して接続される形態として実現されてもよい。

[0047] 次に、本実施形態の支援システムの動作を説明する。図6は、第一の実施形態の支援システム100の動作例を示すフローチャートである。入力部20は、観測データおよびコスト関数の入力を受け付ける（ステップS11）。学習部30は、観測データを用いた逆強化学習によりコスト関数を生成する（ステップS12）。分布図生成部40は、生成されたコスト関数の説明変数の重みを特徴量として抽出する（ステップS13）。そして、分布図生成部40は、抽出された特徴量に応じて、多次元空間上の対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する（ステップS14）。

[0048] 以上のように、本実施形態では、入力部20が、観測データおよびコスト関数の入力を受け付け、学習部30が、観測データを用いた逆強化学習によりコスト関数を生成する。そして、分布図生成部40が、生成されたコスト関数の説明変数の重みを特徴量として抽出し、抽出された特徴量に応じて、多次元空間上の対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する。分布図上に配置されたコスト関数に関する情報は、ユーザの意図を反映した情報であることから、機器の観測データから推定されるユーザの意図の把握を支援できる。

[0049] 実施形態2.

次に、本発明による支援システムの第二の実施形態を説明する。図7は、本発明による支援システムの第二の実施形態の構成例を示すブロック図である。本実施形態の支援システム200は、記憶部10と、入力部20と、学

習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、特徴量変更部110と、シナリオ生成部70と、出力部80とを備えている。

[0050] すなわち、本実施形態の支援システム200は、第一の実施形態の支援システム100と比較し、特徴量変更部110をさらに備えている点において第一の実施形態と異なる。それ以外の構成は、第一の実施形態と同様である。

[0051] 特徴量変更部110は、特定部60によって特定されたコスト関数の特徴量を変更する。例えば、コスト関数が説明変数の線形回帰式で表わされている場合、特徴量変更部110は、各説明変数の重みを変更する。特徴量変更部110は、例えば、注目する（重視する）説明変数以外の説明変数の重み（特徴量）を変更してもよい。例えば、図3に例示するコスト関数の説明変数のうち、燃費を重視して特徴量を変更したいとする。この場合、特徴量変更部110は、重みを正規化し、燃費以外の特徴量を変更させてもよい。

[0052] 以降、シナリオ生成部70が、特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する処理は、第一の実施形態と同様である。すなわち、シナリオ生成部70は、特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する。このように、着目する操作者の意図を示すコスト関数から、所望のシナリオを作成することが可能になる。

[0053] 図8は、特徴量を変更する処理の例を示す説明図である。例えば、燃費重視シナリオを生成する場合を想定する。まず、特定部60が、燃費を重視する操作者の意図を示すコスト関数を特定する。このとき、図5に例示するように、レアなケースのコスト関数105を特定するようにしてもよい。次に、特徴量変更部110は、正規化により燃費の重みを1とし、それ以外の説明変数の重みを適宜変更する。特徴量変更部110が重みを変更する方法は任意であり、例えば、一定割合、一定間隔、境界値付近まで、などが挙げられる。

[0054] そして、シナリオ生成部70が、変更後のコスト関数を用いてシナリオを

生成する。例えば、レアなケースのコスト関数の特徴量を変更させることで、レアなケースを想定したシナリオを数多く作成することが可能になる。

[0055] 入力部20と、学習部30と、分布図生成部40と、クラスタリング部50と、特定部60と、特徴量変更部110と、シナリオ生成部70と、出力部80とは、プログラム（支援プログラム）に従って動作するコンピュータのプロセッサによって実現される。

[0056] 次に、本実施形態の支援システムの動作を説明する。図9は、第二の実施形態の支援システム200の動作例を示すフローチャートである。なお、観測データに基づいてコスト関数を学習し、特徴量を抽出して分布図を生成するまでの処理は、図6に例示するステップS11からステップS14までの処理と同様である。

[0057] クラスタリング部50は、配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、そのコスト関数をクラスタリングする（ステップS21）。特定部60は、クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する（ステップS22）。特徴量変更部110は、特定されたコスト関数の特徴量を変更する（ステップS23）。シナリオ生成部70は、特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する（ステップS24）。出力部80は、生成されたシナリオを出力する（ステップS25）。

[0058] 以上のように、本実施形態では、第一の実施形態の構成に加え、特徴量変更部110が、特定部60によって特定されたコスト関数の特徴量を変更し、シナリオ生成部70が、特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する。よって、第一の実施形態の効果に加え、注目する特徴量に基づく様々なケースを想定したシナリオを数多く作成することが可能になる。

[0059] 次に、本発明の概要を説明する。図10は、本発明による支援システムの概要を示すブロック図である。本発明による支援システム1は、機器の操作（例えば、車両の運転）に付随して観測される観測データの入力、および、その機器の操作者（例えば、運転手）が意図する行動の要因を説明変数とす

るコスト関数の入力を受け付ける入力手段 8 1（例えば、入力部 2 0）と、観測データを用いた逆強化学習により、コスト関数を生成する学習手段 8 2（例えば、学習部 3 0）と、生成されたコスト関数の説明変数の重みを操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出されたその特徴量に応じて、説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置にコスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成手段 8 3（例えば、分布図生成部 4 0）とを備えている。

[0060] そのような構成により、機器の観測データから推定されるユーザの意図の把握を支援できる。

[0061] また、支援システム 1 は、配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、そのコスト関数をクラスタリングするクラスタリング手段（例えば、クラスタリング部 5 0）と、クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定手段（例えば、特定部 6 0）を備えていてもよい。そのような構成により、コスト関数の分布傾向の把握を支援できる。

[0062] 具体的には、特定手段は、分類された数が所定の閾値より少ないクラスタに含まれるコスト関数、または、どのクラスタにも属さないコスト関数を特定してもよい。そのような構成により、レアな意図を示すコスト関数を特定できる。

[0063] 他にも、特定手段は、クラスタ境界との距離が予め定めた距離以内に配置されたコスト関数を特定してもよい。そのような構成により、同じクラスタ内に存在するコスト関数であっても、クラスタ中心から離れたレアなコスト関数を特定できる。

[0064] また、学習手段 8 2 は、属性または状況ごとに分類された観測データ群を用いた逆強化学習によりコスト関数を生成してもよい。そして、特定手段は、同じ属性または状況ごとに分類された観測データ群から作成されたコスト関数のうち、最大割合のクラスタに含まれていないコスト関数、または、分類されたクラスタに含まれる数が予め定めた数以下のクラスタに含まれるコスト関数を特定してもよい。そのような構成により、属性または状況ごとの

レアな意図を示すコスト関数を特定できる。

- [0065] 一方、特定手段は、クラスタの中心に対応するコスト関数を特定してもよい。そのような構成により、典型的なコスト関数を特定することが可能になる。
- [0066] ここで、コスト関数は、説明変数の線形回帰式で定義されてもよい。
- [0067] また、支援システム 1 は、特定されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成するシナリオ生成手段（例えば、シナリオ生成部 70）を備えていてもよい。そのような構成により、様々なケースを想定したシナリオを数多く作成することが可能になる。
- [0068] さらに、支援システム 1 は、コスト関数の特徴量を変更する特徴量変更手段（例えば、特徴量変更部 110）を備えていてもよい。そして、シナリオ生成手段は、特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成してもよい。そのような構成により、注目する特徴量に基づく様々なケースを想定したシナリオを数多く作成することが可能になる。
- [0069] 図 11 は、少なくとも 1 つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。コンピュータ 1000 は、プロセッサ 1001、主記憶装置 1002、補助記憶装置 1003、インタフェース 1004 を備える。
- [0070] 上述の支援システム 1 は、コンピュータ 1000 に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラム（支援プログラム）の形式で補助記憶装置 1003 に記憶されている。プロセッサ 1001 は、プログラムを補助記憶装置 1003 から読み出して主記憶装置 1002 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。
- [0071] なお、少なくとも 1 つの実施形態において、補助記憶装置 1003 は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例としては、インタフェース 1004 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM (Compact Disc Read-only memory)、DVD-ROM (Read-only memory)、半導体メモリ等が挙げられる。また、このプログ

ラムが通信回線によってコンピュータ1000に配信される場合、配信を受けたコンピュータ1000が当該プログラムを主記憶装置1002に展開し、上記処理を実行してもよい。

[0072] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置1003に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0073] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0074] （付記1）機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力手段と、

前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成する学習手段と、

生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成手段とを備えた

ことを特徴とする支援システム。

[0075] （付記2）配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングするクラスタリング手段と、

前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定手段とを備えた

付記1記載の支援システム。

[0076] （付記3）特定手段は、分類された数が所定の閾値より少ないクラスタに含まれるコスト関数、または、どのクラスタにも属さないコスト関数を特定する

付記2記載の支援システム。

- [0077] (付記4) 特定手段は、クラスタ境界との距離が予め定めた距離以内に配置されたコスト関数を特定する
付記2または付記3記載の支援システム。
- [0078] (付記5) 学習手段は、属性または状況ごとに分類された観測データ群を用いた逆強化学習によりコスト関数を生成し、
特定手段は、同じ属性または状況ごとに分類された観測データ群から作成されたコスト関数のうち、最大割合のクラスタに含まれていないコスト関数、または、分類されたクラスタに含まれる数が予め定めた数以下のクラスタに含まれるコスト関数を特定する
付記2から付記4のうちのいずれか1つに記載の支援システム。
- [0079] (付記6) 特定手段は、クラスタの中心に対応するコスト関数を特定する
付記2記載の支援システム。
- [0080] (付記7) コスト関数は、説明変数の線形回帰式で定義される
付記1から付記6のうちのいずれか1つに記載の支援システム。
- [0081] (付記8) 特定されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成するシナリオ生成手段を備えた
付記1から付記7のうちのいずれか1つに記載の支援システム。
- [0082] (付記9) コスト関数の特徴量を変更する特徴量変更手段を備え、
シナリオ生成手段は、前記特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する
付記8記載の支援システム。
- [0083] (付記10) 機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付け、
前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成し、
生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報

を配置した分布図を生成する
ことを特徴とする支援方法。

- [0084] (付記 1 1) 配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングし、
前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する
付記 1 0 記載の支援方法。

- [0085] (付記 1 2) コンピュータに、
機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力処理、
前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成する学習処理、および、
生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成処理
を実行させるための支援プログラムを記憶する記憶媒体。

- [0086] (付記 1 3) コンピュータに、
配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングするクラスタリング処理、および、
前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定処理を実行させる
ための支援プログラムを記憶する付記 1 2 記載の記憶媒体。

- [0087] (付記 1 4) コンピュータに、
機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力処理、

前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成する学習処理、および、

生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成処理

を実行させるための支援プログラム。

[0088] (付記15) コンピュータに、

配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングするクラスタリング処理、および、

前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定処理を実行させる

付記14記載の支援プログラム。

[0089] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスクリーン内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

符号の説明

- [0090] 10 記憶部
20 入力部
30 学習部
40 分布図生成部
50 クラスタリング部
60 特定部
70 シナリオ生成部
80 出力部
100, 200 支援システム
110 特徴量変更部

請求の範囲

- [請求項1] 機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力手段と、
- 前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成する学習手段と、
- 生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成手段とを備えた
- ことを特徴とする支援システム。
- [請求項2] 配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングするクラスタリング手段と、
- 前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定手段とを備えた
- 請求項1記載の支援システム。
- [請求項3] 特定手段は、分類された数が所定の閾値より少ないクラスタに含まれるコスト関数、または、どのクラスタにも属さないコスト関数を特定する
- 請求項2記載の支援システム。
- [請求項4] 特定手段は、クラスタ境界との距離が予め定めた距離以内に配置されたコスト関数を特定する
- 請求項2または請求項3記載の支援システム。
- [請求項5] 学習手段は、属性または状況ごとに分類された観測データ群を用いた逆強化学習によりコスト関数を生成し、
- 特定手段は、同じ属性または状況ごとに分類された観測データ群から作成されたコスト関数のうち、最大割合のクラスタに含まれていな

いコスト関数、または、分類されたクラスタに含まれる数が予め定められた数以下のクラスタに含まれるコスト関数を特定する

請求項 2 から請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載の支援システム

。

[請求項6] 特定手段は、クラスタの中心に対応するコスト関数を特定する請求項 2 記載の支援システム。

[請求項7] コスト関数は、説明変数の線形回帰式で定義される請求項 1 から請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載の支援システム

。

[請求項8] 特定されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成するシナリオ生成手段を備えた

請求項 1 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項に記載の支援システム

。

[請求項9] コスト関数の特徴量を変更する特徴量変更手段を備え、シナリオ生成手段は、前記特徴量に変更されたコスト関数を用いて機器のシナリオを生成する請求項 8 記載の支援システム。

[請求項10] 機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付け、

前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成し、

生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する

ことを特徴とする支援方法。

[請求項11] 配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラ

スタリングし、

前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する

請求項 10 記載の支援方法。

[請求項12]

コンピュータに、

機器の操作に付随して観測される観測データの入力、および、当該機器の操作者が意図する行動の要因を説明変数とするコスト関数の入力を受け付ける入力処理、

前記観測データを用いた逆強化学習により、前記コスト関数を生成する学習処理、および、

生成された前記コスト関数の説明変数の重みを前記操作者の意図を表わす特徴量として抽出し、抽出された当該特徴量に応じて、前記説明変数を次元軸とする多次元空間上において対応する位置に前記コスト関数に関する情報を配置した分布図を生成する分布図生成処理
を実行させるための支援プログラムを記憶する記憶媒体。

[請求項13]

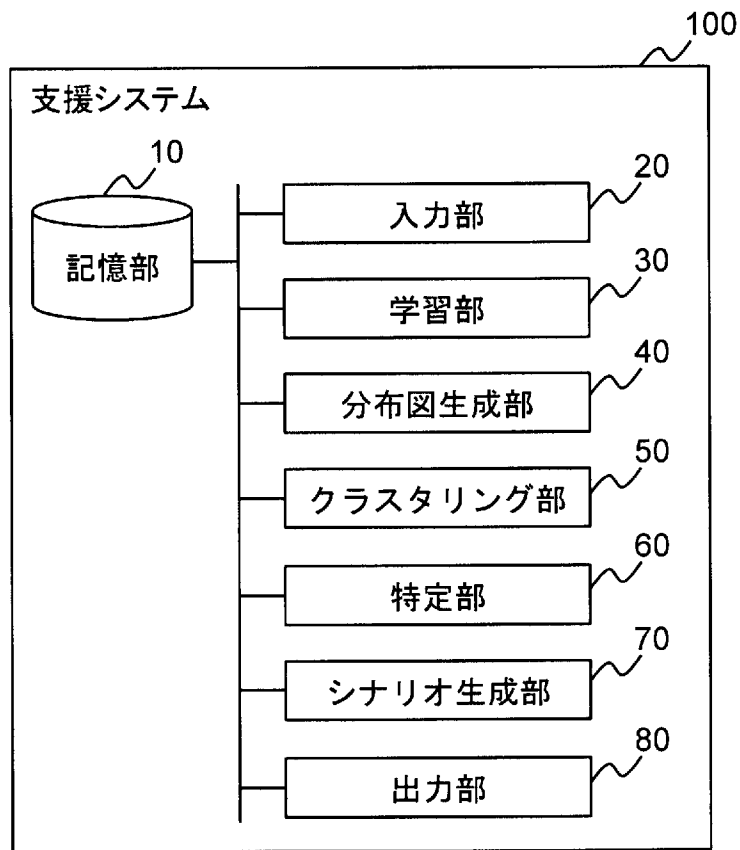
コンピュータに、

配置されたコスト関数の特徴量に基づいて、当該コスト関数をクラスタリングするクラスタリング処理、および、

前記クラスタリングの結果に基づいて、予め定めた特徴的なコスト関数を特定する特定処理を実行させる

ための支援プログラムを記憶する請求項 12 記載の記憶媒体。

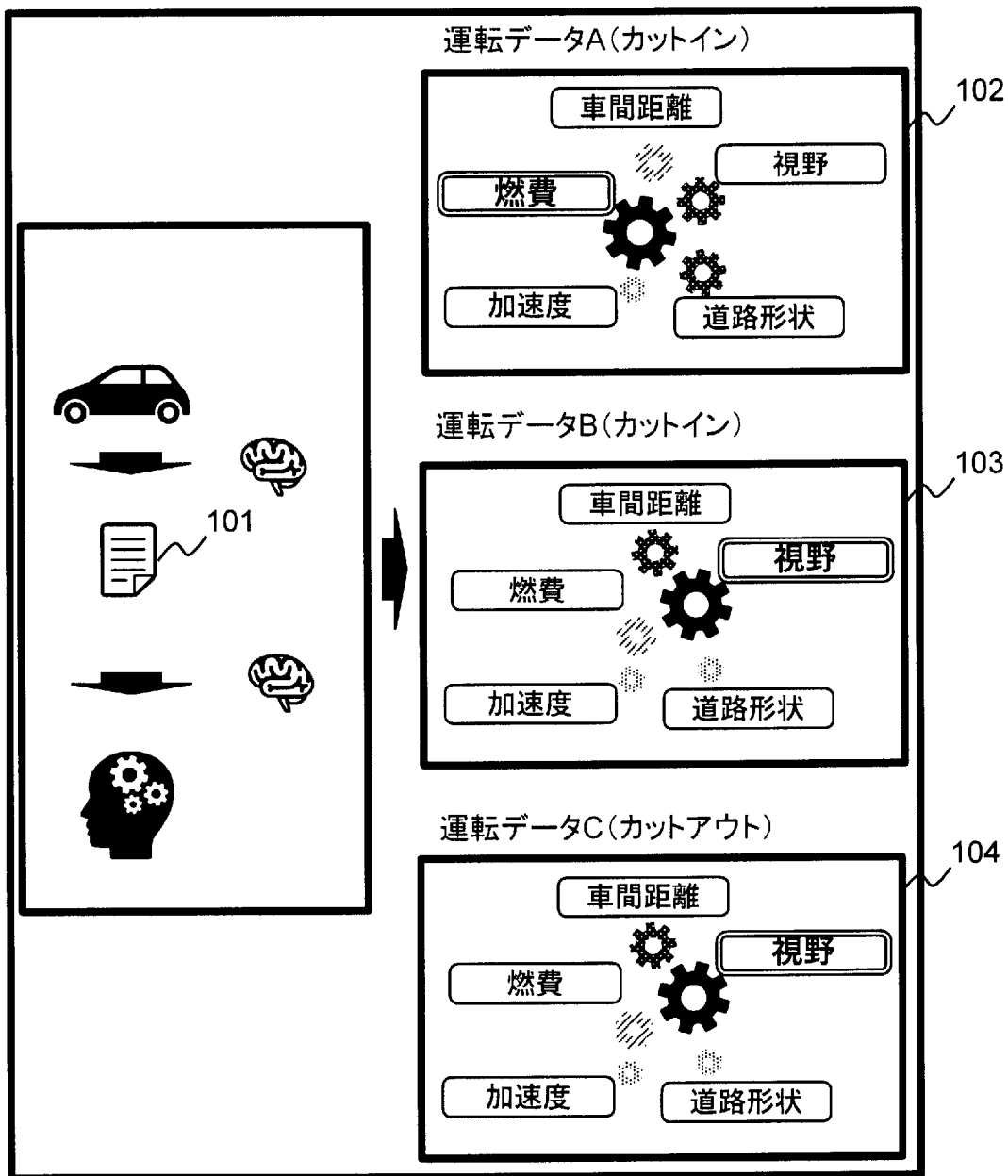
[図1]



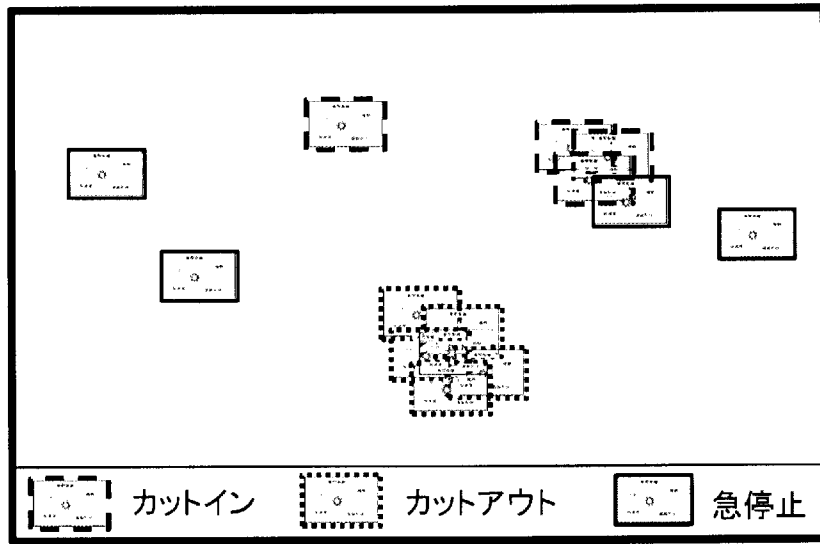
[図2]

	項目	取得方法
自転車	位置情報(緯度、経度、高度)	GPS
	速度(前後方向、横方向)	GPS
	向き	GPS
	走行レーン(エゴレーン)	GPS/白線検出
他車	物体の種類(車、バス、トラック、バイク、他)	物体認識
	自転車からの相対距離/相対速度	物体認識
	領域(前3領域)	物体認識/白線検出
	領域(後3領域)	物体認識/白線検出
	領域細分化(前3領域、後3領域)	物体認識/白線検出
障害物	小動物、落下物、パイロン、路側帯の車や人	物体認識
白線	自転車、他車の走行レーン(カーブ対応)	物体/領域認識

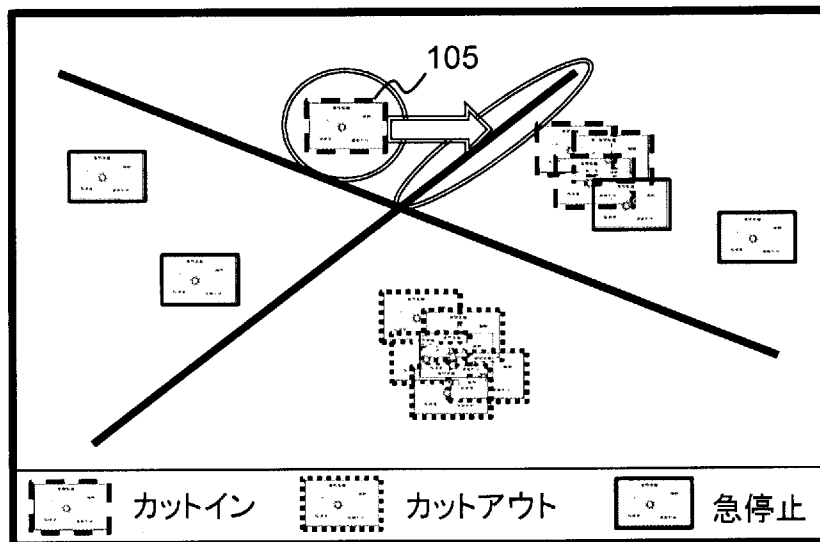
[図3]



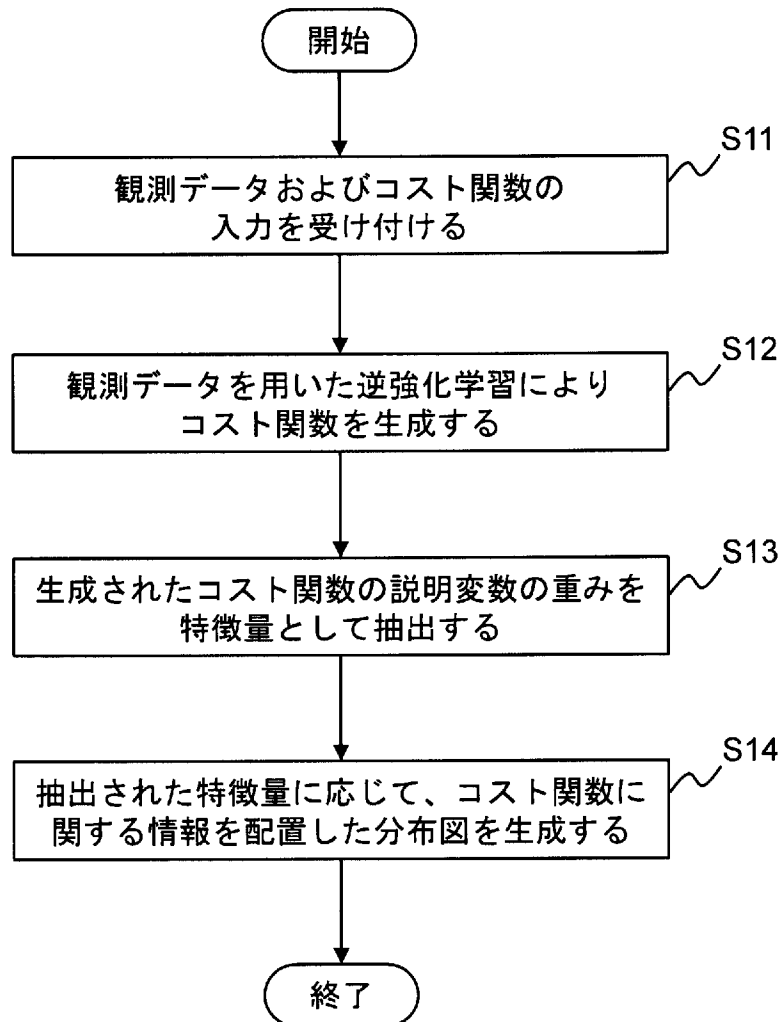
[図4]



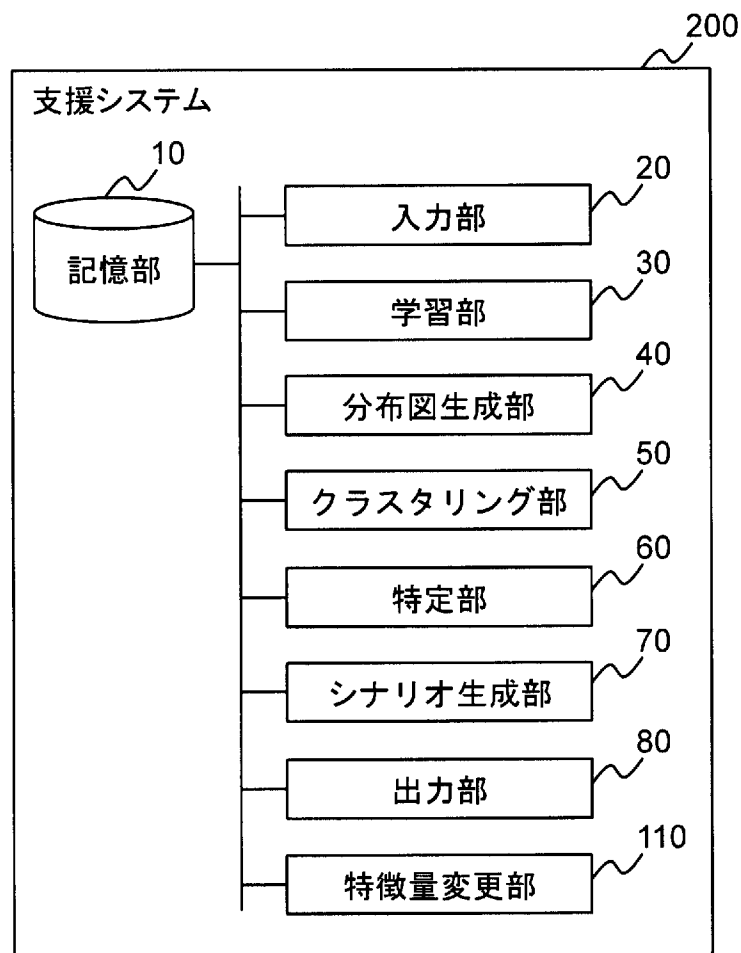
[図5]



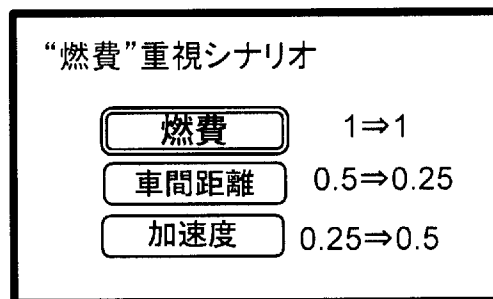
[図6]



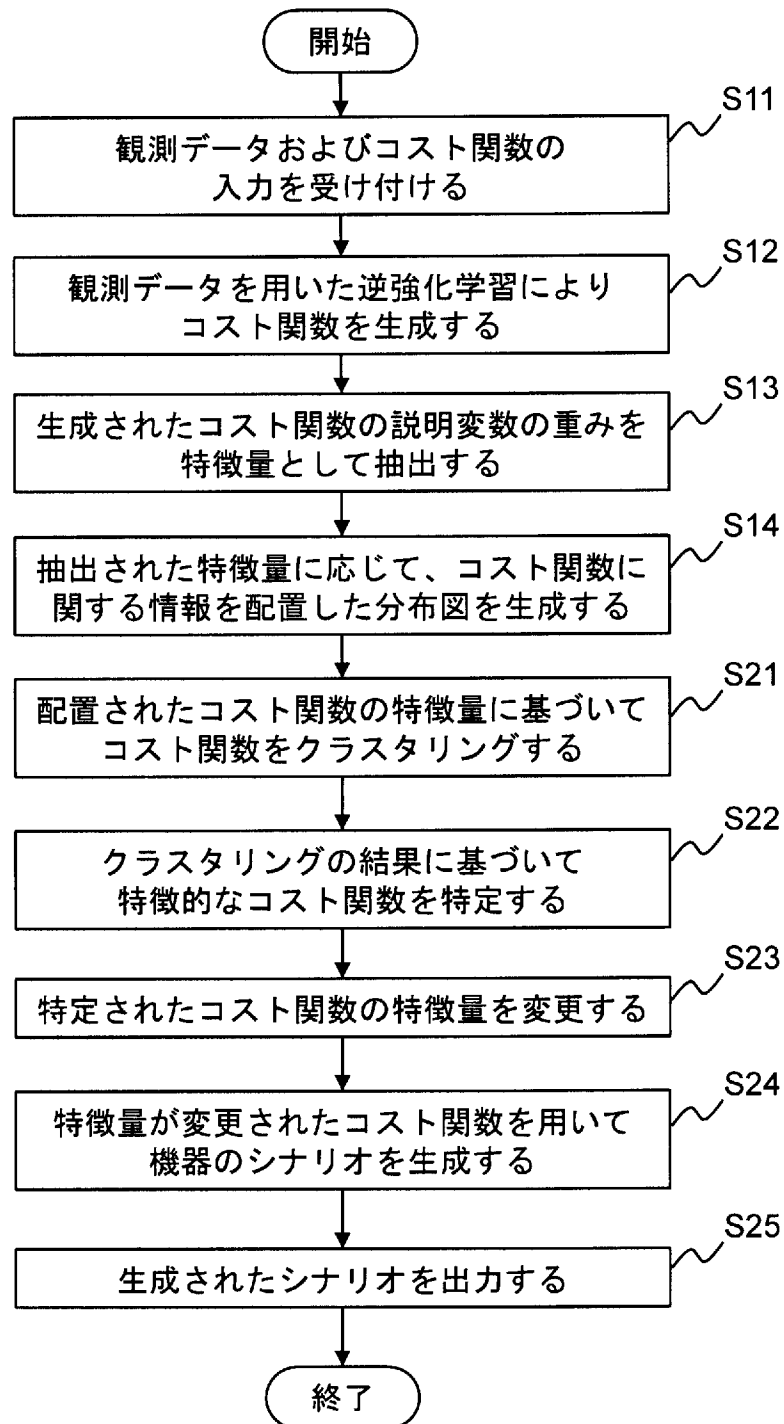
[図7]



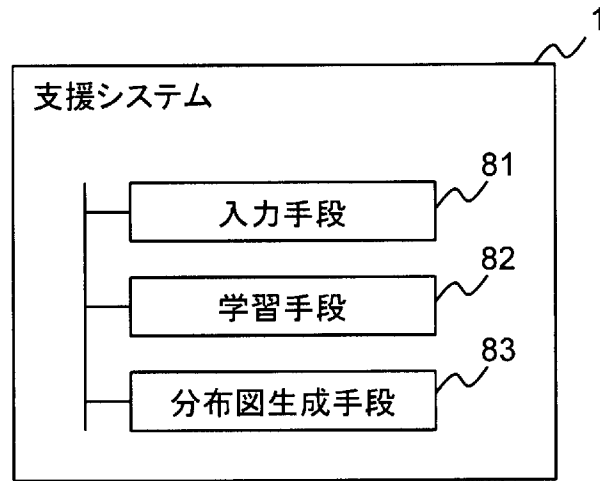
[図8]



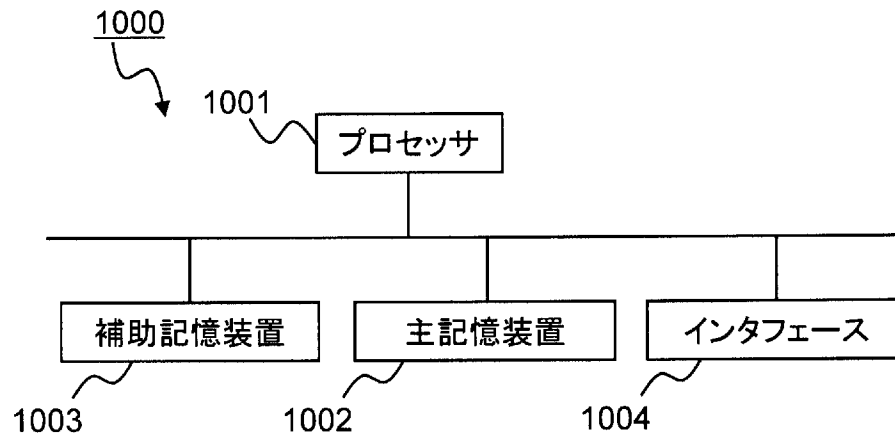
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/037509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G06N 20/00(2019.01); FI: G06N20/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06N20/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/130916 A1 (NEC CORP.) 01 July 2021 (2021-07-01) entire text, all drawings	1-13
A	今井拓司, 専門家の意図が分かる模倣学習を逆強化学習でNECが単発の意思決定問題から実用へ, Nikkei Robotics. no. 51, pages 22-26, non-official translation (IMAI, Takuji. Using inverse reinforcement learning for imitation learning that understands the intentions of experts, NEC goes from a single decision-making problem to practical use.) entire text, all drawings	1-13
A	ROSBACH, Sascha et al. Driving with Style: Inverse Reinforcement Learning in General-Purpose Planning for Automated Driving. 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, November 2019 entire text, all drawings	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 December 2021		Date of mailing of the international search report 11 January 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/037509

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/130916 A1	01 July 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 20/00(2019.01)i FI: G06N20/00		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06N20/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2021/130916 A1（日本電気株式会社）01.07.2021（2021 - 07 - 01） 全文、全図	1-13
A	今井 拓司，専門家の意図が分かる模倣学習を逆強化学習で NECが単発の意思決定問題から実用へ，NIKKKI Robotics，第51号，pp.22-26 全文、全図	1-13
A	ROSBACH, Sascha et al., Driving with Style: Inverse Reinforcement Learning in General-Purpose Planning for Automated Driving, 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), IEEE, 2019.11 全文、全図	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日	23.12.2021	国際調査報告の発送日 11.01.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 松崎 孝大 5B 4060 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/037509

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/130916 A1	01.07.2021	(ファミリーなし)	